異常緩和現象の理論(II.各報告者のレポート,基研「二次相転移及び不可逆過程の基礎理論研究会」報告)

森, 肇

doubling である。これは硫酸銅の結晶における陽子共鳴が転移点の近傍の常磁性領域で二本に割れるという現象である。その分離が温度を下げると急激に増加するという事実は、この現象がshort range order と関連があることを示唆しており、特に硫酸銅においてこの種の現象が顕著であることは、この物質において磁気的なつよい結合が一次元的にひろがつているという事実と無関係でないように思われる。以上いずれの問題も発達したshort range order がある程度長い寿命をもつていることを示し、理論的にこの機構を解明したいと考えている。

文　献

1) Tomita and Tanaka, Progr. Theor. Phys. 29, (1963) 528 ; 29, (1963), 651.
2) Mori and Kawasaki, Progr. Theor. Phys. 28, (1962), 371.
3) K.U. Deniz et al., Nottingham Conference on Magnetism (Sept., 1962)
4) L.J. Poulis, Private Communication (Nov., 1964)

異常緩和現象の理論

森　　肇

二次の相転移点の近くでは磁気吸収，熱伝導，粘性など緩和過程，輸送現象にも異常が観測される。さきに、強磁性体および反強磁性体の場合について、それら異常緩和の理論を川崎恭治氏とたてたが、いくつかの不明な点があつた。特に、異常性にきく温度に依存する因子を完全に取り出せたかどうか、またその因子の取扱いについての妥当性などである。最近不可逆過程の新しい取扱いを試みた (Prog. Theor. Phys. 33 (1965), No.3) ので、それを適用して、上記の問題を考察した

二次相転移・不可逆過程

任意の量A(t)の規格化された緩和関数 $\Xi(t) \equiv (A(t), A^*)/(A, A^*)$ のラプラス変換 $\Xi(z)$ に対して連分数型展開

$$\Xi(z)=\cfrac{1}{z-i\omega_0+\cfrac{\Delta_1^2}{z-i\omega_1\cdots\cdots\cfrac{\Delta_{n-1}^2}{z-i\omega_{n-1}+\Delta_n^2\,\Xi_n(z)}}}\,,\ (n\geq 1)\,, \tag{1}$$

が厳密に得られる。Δ_1^2, Δ_2^2, … は正の量で、ある直交系 $\{f_n\}$, ($n=0, 1, 2, \cdots$), ($f_0 \equiv A$), を使って

$$\Delta_n^2 \equiv (f_n, f_n^*)/(f_{n-1}, f_{n-1}^*) \tag{2}$$

$$\Xi_n(z) \equiv \int_0^\infty dt\, e^{-zt}(f_n(t), f_n)/(f_n, f_n^*) \tag{3}$$

のように定義された関数である。(1)で $n\to\infty$ とすれば連分数が得られ、緩和関数 $\Xi(z)$ の性質はこの連分数のz面上の特異点で決まる。

Δ_n^2 は $\Xi(i\omega)$ の $2n$ 次以下のmomentsの有理関数で与えられるが、$\Delta_1^2, \Delta_2^2, \cdots < \Delta_n^2$ のときには、n個の極が他の特異点より離れて原点の近くにあり、これらn個の極は、(1)で $\Xi_n(z)$ のzを無視して得られる関数のn個の極で近似できる。そのとき、$\Xi(t)$ はn個のモードの線型結合で表わせるわけである。このようにして、ある時間尺度で、系のマルコフ的不可逆過程が定まる。

異常緩和は Δ_n^2 のいくつかが転移点の近くで急激な温度変化をするために現われる。例えば、スピン拡散では、Aとして磁化密度のフーリエ成分をとり、Δ_1^2 が著しい温度変化をする。強&反強磁性体の常磁性共鳴吸収では Δ_1^2, Δ_2^2 が激しい温度変化をする。なお、これら二つの例では $\Delta_1^2 \ll \Delta_2^2$ である。

このようにして、singularity を与える温度に依る項を正しく取出せると共に、その因子の正当な処理ができる。結果はスピン拡散では前の結果と同じであり、磁気共鳴ではトルクの時間相関のdecayの仕方の如何にかかわらず、その巾の温度変化は指数関数型を仮定して得られるものと同じである。

なお、この方法は非マルコフ効果が効く高周波現象にも有用な様である。